



TITLE:

# 接合部を含む座屈拘束ブレースの 座屈防止設計法( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

木下, 智裕

---

CITATION:

木下, 智裕. 接合部を含む座屈拘束ブレースの座屈防止設計法. 京都大学  
, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18941>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	木 下 智 裕
論文題目	接合部を含む座屈拘束ブレースの座屈防止設計法		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>建築物の制振・耐震に有効で超高層建物等に広く実用化されている座屈拘束ブレースの現行の設計では、軸力を負担するブレースの芯材と、芯材からの曲げモーメントを負担する座屈拘束材で構成される座屈拘束部だけを対象とした設計法はほぼ確立されている。しかし、実際の構造物ではブレースと構造骨組との接合部、あるいは梁などの部材中間にブレースが接合される部分での剛性や耐力が不足すると、接合部を含むブレース全体の座屈が生じるため、接合部の条件を考慮した座屈防止設計法が必要であるがこれはまだ確立されていない。そのため、現在は載荷実験により座屈防止の有効性を確認して実用に供されているが、効率のよい座屈拘束法を構築するためには力学的理論に裏付けられた座屈防止設計法が必要である。</p> <p>本論文は、鋼構造建築物の骨組に取り付けられる座屈拘束ブレースの接合部における力学的条件によって座屈防止の観点から設計で考慮すべき点が異なることを明らかにし、両側摺動型の剛接合形式座屈拘束ブレースと片側摺動型のピン接合形式座屈拘束ブレースを対象に、それぞれの条件を考慮した理論に基づいて座屈発生条件を明らかにし、実験、数値解析による分析を通じてその妥当性を示すと共に座屈防止設計法を提示しており、5章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景と目的を述べて既往の研究成果の概要を示した上で、剛接合形式の座屈拘束ブレースでは大梁の横補剛位置や接合部の剛性・耐力によっては構面外座屈が生じる可能性を指摘し、ピン接合形式の座屈拘束ブレースでは座屈拘束部端部におけるディテールによってはピンの回転方向に座屈拘束材が曲げ降伏して全体座屈が生じる可能性を指摘し、座屈防止設計法を構築するために解明すべき課題を明らかにしている。</p> <p>第2章では、両側摺動型の剛接合形式座屈拘束ブレースを対象に、接合部の構面外剛性を考慮し、またK形ブレース交点において梁が横補剛されていない場合は梁の捩れも考慮した力学モデルを提案している。この力学モデルを用いて生じうる5つの座屈モードについて構面外座屈荷重を与える理論式を導出し、そこから得られた理論解を用いて構面外座屈防止条件として必要な接合部の回転剛性と水平剛性を示している。さらにブレース接合部と周辺部材の力学条件から決まる回転剛性と水平剛性の算定法を示すことにより、構面外座屈防止設計法を提示している。この分析から一般的な鋼構造建築物に用いられるH形鋼梁による水平剛性は、構面外座屈防止のために必要な値よりも十分に大きいため設計で考慮する必要が無く、回転剛性の条件を満足する様に設計すればよいとの結論を得ている。また、K形ブレース交点で梁が横補剛されていない場合の設計条件を横補剛間隔の必要値として提示している。さらに、接合部に生じる構面外曲げモーメントの算出方法を示し、接合部の降伏防止条件を提示している。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	木 下 智 裕
<p>これらの座屈防止条件に関連する算定法は、ブレースをK形配置した1層1スパン骨組の載荷実験，H形鋼梁の水平剛性・回転剛性検証実験，接合部の水平剛性を変数とする座屈拘束ブレースの繰返し載荷実験，接合部を含む座屈拘束ブレースの単調圧縮実験を通じて，適切であることを実証している。</p> <p>第3章では，剛接合形式座屈拘束ブレースの接合部に用いられているガセットプレート接合部の構面外曲げ剛性と降伏耐力の算定法を導いている。梁の中間でのK形ブレース交点の接合部あるいは柱梁接合部との接合部を対象に，ガセットプレートの形状と面外補剛のために用いられるスチフナの配置の複雑さを考慮した上で，フィンスチフナと柱梁部材との溶接接合の有無による2種類の接合形式を設定して検討している。ガセットプレートの構面外曲げ剛性は剛体-バネモデルを用いることにより有限要素法などの数値解析によらず簡便に得られる算定法を導出して実用的な設計法を提示している。さらに，得られた算定法の妥当性はK形ブレース交点のガセットプレート接合部の載荷実験と有限要素解析により検証している。</p> <p>第4章では，片側摺動型のピン接合形式座屈拘束ブレースを対象に，芯材のたわみ曲線および座屈拘束材に作用する曲げモーメントの理論式を導出し，これをもとに全体座屈防止条件を提示している。理論式の導出に当たっては，片側摺動型のピン接合形式座屈拘束ブレースに現れる撓み曲線の非対称性を考慮した撓み関数を考案し，また座屈拘束材の端部においては補強材から伝えられる補剛力によって局所変形が生じることにより，座屈拘束材の断面における外径が拡大することを定量的に考慮して座屈拘束ブレースの初期撓みを求めている。提案する手法で圧縮軸力作用時の各モードの撓み曲線と座屈拘束材に生じる曲げモーメント分布の算定式を導出している。</p> <p>提案する算定法を用いて接合部と座屈拘束材の曲げ剛性が座屈拘束ブレースの撓みに及ぼす影響をパラメトリックに分析し，接合部の曲げ剛性の影響が小さいという特性を利用して撓み曲線の略算式を導いている。また，設計では1次の座屈モードだけを考慮すれば接合部を含めた全体座屈を防止することも示しており，合理的な設計手法を導くことに成功している。得られた全体座屈防止条件の妥当性を，二重鋼管の座屈拘束部を有する片側摺動型のピン接合形式座屈拘束ブレースの軸方向繰返し載荷実験により実証している。</p> <p>第5章は結論であり，本論文で得られた成果について要約している。さらに，2章～4章で得られた両側摺動型の剛接合形式座屈拘束ブレースの構面外座屈防止設計法と，片側摺動型のピン接合形式座屈拘束ブレースの全体座屈防止設計法について，設計フローを提示している。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は鋼構造建物の骨組に取り付けられる座屈拘束ブレースの接合部における力学的条件を踏まえた上で接合部を含む座屈防止の観点から設計で考慮すべき点を明らかにし、それぞれの条件を考慮した理論、実験、数値解析による分析を通じて以下の成果を得ている。

- (1) 座屈拘束ブレースの端部が主架構にガセットプレートを紹介して剛に接合される剛接合形式について、ガセットプレートを含む接合部の構面外曲げ剛性が不足する場合や、特にK形配置されたブレースが梁中間に接合される位置で梁が横補剛されていない場合には、梁の構面外移動と捩れによって接合部を含む座屈拘束ブレースが構面外座屈し易いことを示し、その座屈防止条件を理論的に導出すると共に、実大実験によりその有効性を明らかにしている。
- (2) 剛接合形式の接合部の構面外剛性を確保する設計のために、複雑な形状をしたガセットプレートの構面外曲げ剛性の算定法を剛体-バネモデルにより導出し、実験および有限要素解析によりその妥当性を明らかにしている。
- (3) 座屈拘束ブレースの端部が主架構にピン接合されるピン接合形式について、座屈拘束材の板厚や端部補強材の貫入長の条件によっては座屈拘束材端部が塑性化してブレース端部の曲げ変形が過大となり、座屈拘束材が曲げ降伏して全体座屈に至る可能性があることを明らかにしている。また、座屈拘束材端部の曲げ変形を考慮したブレース軸心のたわみ量および座屈拘束材の曲げモーメントの算定式を理論的に導出している。さらに実験および有限要素解析によりその妥当性を明らかにし、座屈防止設計条件を提示している。

本論文は建築物の耐震性能を確保するために重要な役割を果たす座屈拘束ブレースを対象に、接合部を含む全体座屈を防止する設計法を構築したもので、耐震工学の分野において、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年1月27日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。